

Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška cv. Maksimirski ozimi u smjesi s tritikale cv. Clercal

Darko Uher, Zvonimir Štafa, Sulejman Redžepović, Mihaela Blažinkov, Sanja Sikora, Dražen Kaučić

Izvorni znanstveni rad – Original scientific paper

UDK: 631.1

Sažetak

Dvogodišnjim istraživanjima (1999. do 2001. g.) utvrđivan je utjecaj djelotvornosti bakterizacije sjemena ozimog graška i prihrane dušikom na broj i aktivnost kvržica na korijenu graška, te prinos zelene mase, suhe tvari i krmnu vrijednost smjese graška cv. Maksimirski ozimi i tritikale cv. Clercal. Prije sjetve izvršena je predstjetvena bakterizacija sjemena graška sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za Mikrobiologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Ukupni najveći broj kvržica na korijenu graška (134) utvrđen je na bakteriziranoj varijanti, kao i aktivni broj kvržica (120). Prosječni prinosi zelene mase smjese iznosili su od 20,9 t ha⁻¹ (kontrola) do 30,1 t ha⁻¹ (bakterizacija + prihrana dušikom). Ukupni prinosi suhe tvari iznosili su od 3,71 t ha⁻¹ (kontrola) do 5,36 t ha⁻¹ (prihrana dušikom). Prinosi sirovih bjelančevina graška u 2001. g. varirali su od 500 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom) do 642 kg ha⁻¹ (bakterizacija), a tritikale od 322 kg ha⁻¹ (kontrola) do 498 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom). Ukupni prinosi sirovih bjelančevina smjese iznosili su od 845 kg ha⁻¹ (kontrola) do 998 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom).

Ključne riječi: bakterizacija sjemena graška, prihrana dušikom, prinos zelene mase, prinos suhe tvari, krmna vrijednost

Uvod i pregled literature

Potrebe na krmi nastoje se zadovoljiti proizvodnjom na vlastitom gospodarstvu. Traže se rješenja kako potrebnu hranu proizvoditi racionalnije i rentabilnije štednjom fosilne energije i kako je moguće potrebe za energijom namiriti iz obnovljivih izvora svake godine iz organske tvari. Za povećanu proizvodnju organske tvari treba i povećana količina hraniva, osobito dušika. Za vezanje 1 kg dušika, industrija potroši oko 80 MJ energije, dok je za proizvodnju 1 kg P₂O₅ potrebno 12 MJ, a za proizvodnju 1 kg K₂O potrebo je svega 8 MJ energije (Strunjak i Redžepović, 1986.).

Potrebe biljaka iz različitih porodica za dušikom vrlo su različite. Veće potrebe su pri intenzivnoj proizvodnji i korištenju. Osobito velike potrebe za dušikom imaju krmne kulture koje rano u proljeće daju visoke prinose mase vrlo visoke kakvoće. Vrlo visoku kakvoću krme imaju neke vrste iz porodice mahunarki. One obično daju i visoke prinose. Za namirenje svojih potreba one koriste velike količine dušika kojeg namiruju iz tla. Dio potreba na dušiku te mahunarke mogu namiriti biološkim vezanjem iz atmosfere u kojoj ga ima oko 78 % ili nad svakim hektarom 6 400 kg (FAO, 1984.). Za vezanje dušika iz atmosfere mahunarke troše solarnu energiju akumuliranu u asimilatima biljke domaćina. Vezanje dušika iz atmosfere je djelotvornije ako mahunarke žive u simbiozi s djelotvornim sojem kvržičnih bakterija koje gotovo u potpunosti mogu namiriti potrebe biljke za dušikom.

Soja po jedinici prinosa zrna treba četiri puta više dušika nego žitarice (Hardy i Havelka, 1975.). Za namirenje tih potreba za dušikom industrija treba utrošiti određene količine energije, stoga su razumljiva nastojanja da se mahunarkama omogući maksimalno korištenje dušika iz atmosfere, tim više što se za njegovu redukciju koristi solarna energija kao obnovljivi izvor (Strunjak i Redžepović, 1984.). Za poljoprivrednu proizvodnju vrlo je značajna simbioza kvržičnih bakterija iz rodova *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* i mahunarki, čime se biološki veže atmosferski dušik koji se odmah koristi za sintezu bjelančevina i na taj se način sprječava opasnost od onečišćenja podzemnih voda nitratima, koja se inače javljaju kod intenzivne primjene mineralnih dušičnih gnojiva. Mahunarke uzgajane za zrno, sijeno, ispašu, zelenu gnojdbu ili druge svrhe, putem svojih simbionata na cijeloj zemlji vežu oko 80×10^6 tona atmosferskog dušika godišnje, što je više od polovine ukupne količine biološki vezanog dušika na Zemlji (Evans i Barber, 1977.), odnosno u svijetu, industrijskim Haber-Bosch postupkom osigurava se 60×10^6 t dušika godišnje (FAO Technical Handbook, 1989.).

Mahunarke, nakon skidanja, u tlu ostavljaju nekoliko tona lako razgradljive korijenove mase i strni po hektaru kojom obogaćuju tlo organskom tvari, bogatom dušikom (Russel, 1950.). Na taj se način održava plodnost tla i omogućuje kulturama koje slijede u plodoredu da koriste vezani atmosferski dušik, (Bonnier i Brakel, 1969.).

Zbog čitavog niza prednosti nastoji se tom vezanju dati veće značenje i više ga intenzivirati bakterizacijom sjemena za tu svrhu odabranim djelotvornim sojem radi što uspješnijeg uzgajanja ozimog graška u smjesi s

tritikale u svrhu postizanja većeg prinosa mase, više kakvoće, uz smanjena ulaganja.

Materijal i metode rada

U Virovitici su u razdoblju od 1999./2000. do 2000./2001. godine provedena istraživanja utjecaja bakterizacije i prihrane dušikom (KAN) na prinos mase smjese ozimog graška cv. Maksimirski ozimi 100 zrna po m² i tritikale cv. Clercal 200 zrna po m², a u 2001. godini i na krmnu vrijednost proizvedene mase.

Istraživanja su provedena slučajnim bloknim rasporedom varijanata u četiri ponavljanja, a istraživane su sljedeće varijante navedene smjese:

1. Kontrola (samo osnovna gnojdba)
2. Bakterizacija sjemena graška *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*
3. Prihrana dušikom (2 x 100 kg ha⁻¹ KAN-a)
4. Bakterizacija sjemena graška *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* i prihrana dušikom (2 x 100 kg ha⁻¹ KAN-a).

Tlo na lokalitetu Virovitica (Grabovac) lesivirano je na lesu. Rezultati kemijskih analiza pokazuju da tlo ima slabo kiselu reakciju, a s obzirom na sadržaj humusa od 2,8 % radi se o slabo humoznom tlu. Opskrbljenost dušikom je dobra, a isto tako i opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom (49,6 mg/100 g tla P₂O₅) i kalijem (42,5 mg/100 g tla K₂O).

Prema podacima meteorološke postaje Virovitica, područje Virovitice prema Langovom kišnom faktoru (79,1) ima humidnu klimu (tablica 1). Tijekom istraživanja u veljači, ožujku, travnju i svibnju bile su više prosječne temperature zraka od desetogodišnjeg prosjeka u 2000. godini, a 2001. godine u siječnju, veljači, ožujku i svibnju. U veljači, travnju i svibnju obje godine istraživanja bilo je manje oborina od desetogodišnjeg prosjeka. U siječnju i ožujku 2001. godine bila je veća količinu oborina od desetogodišnjeg prosjeka.

Tlo je za sve varijante predstetveno gnojeno s 500 kg ha⁻¹ NPK kombinacije 8:26:26 (40 kg ha⁻¹ N, 130 kg ha⁻¹ P₂O₅ i 130 kg ha⁻¹ K₂O). Bakterizacija sjemena graška izvršena je neposredno pred sjetvu (varijante 2 i 4) sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za Mikrobiologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Varijante 3 i 4 su prihranjivane tijekom vegetacije dušikom (2 x 100 kg ha⁻¹ KAN-a). Ukupno je dano 94 kg dušika, 130 kg P₂O₅, 130 kg K₂O ha⁻¹.

Osobine i urodi mase smjese, koja je bila ujednačena, utvrđivani su na parceli poljskom vagom s površine 10 m² za svaku varijantu i ponavljanje, 01. svibnja 2000. i 29. travnja 2001. te preračunavani na hektar. Nakon utvrđivanja uroda zelene mase odvojen je grašak od tritikale i utvrđeni su odnosi komponenata u zelenoj masi, a suha tvar utvrđena je iz prosječnog odvojenog uzorka graška, odnosno tritikale (1 kg zelene mase), za svaku varijantu sušenjem na 105 °C do stalne suhe tvari. Krmna vrijednost graška i tritikale utvrđena je metodom A.O.A.C. (1984.) iz uzetih uzoraka 29.04.2001. godine.

Broj kvržica utvrđivan je na korijenu pet biljaka graška 27. 04. 2000. i 2001. na svakoj varijanti po ponavljanjima. Uzorci biljaka graška izvađeni su iz tla do dubine od 30 cm na svakoj kombinaciji i ponavljanju. Rezultati istraživanja obrađeni su u statističkom programu SAS (1994.).

Tablica 1: Srednje mjesečne temperature zraka i količine oborina 1999., 2000., 2001. te višegodišnji prosjek (meteorološka postaja Virovitica)

Table 1: Average monthly air temperature and rainfall in years 1999, 2000, 2001 and multiple year average (Weather station Virovitica)

Mjesec Month	Srednja mjesečna temperatura zraka °C Average monthly air temperature °C				Srednja količina oborina, mm Average rainfall, mm			
	1999.	2000.	2001.	Prosjek Average 1992.- 2001.	1999.	2000.	2001.	Prosjek Average 1992.- 2001.
I.	0,9	-0,7	2,7	1,0	32,0	5,0	76,0	53,7
II.	1,9	5	4,5	0,8	85,1	25,3	15,4	46,0
III.	8,6	7,6	10,0	6,2	25,6	43,8	120,9	44,7
IV.	12,4	14,5	10,9	11,0	92,8	52,4	43,9	68,5
V.	17,1	17,8	18,2	15,7	86,4	55,9	39,5	71,9
VI.	19,8	21,8	18,3	19,5	157,9	41,5	128,3	99,2
VII.	21,8	21,1	21,8	22,3	135,9	72,6	80,9	90,3
VIII.	20,9	22,7	22,2	21,9	83,1	2,8	14,9	85,9
IX.	18,6	16,1	14,7	17,1	48,8	92,9	228,7	102,8
X.	11,5	13,1	14,1	10,8	42,6	45,8	11,1	62,4
XI.	3,7	9,4	3,6	5,0	132,3	71,9	71,1	80,1
XII.	1,7	3,0	-2,9	1,6	80,3	55,1	39,7	75,7
Prosjek Average	11,6	12,6	11,5	11,3				
Ukupno Total					1003,8	565,0	870,4	896,1

Rezultati istraživanja**Broj aktivnih kvržica na korijenu graška**

Broj aktivnih kvržica na korijenu pet biljaka graška jako je varirao po varijantama, ali i godinama (tablica 2). Najveći broj aktivnih kvržica prve godine istraživanja utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (106) koja je imala signifikantno veći broj kvržica na korijenu graška u odnosu na broj kvržica ostalih istraživanih varijanata.

Tablica 2: Prosječan broj kvržica na korijenu graška (27.04.2000. i 2001.)

Table 2: Average nodule number on pea root (27th April, 2000 and 2001)

Varijanta Variant	Broj aktivnih kvržica Active nodule number			Broj neaktivnih kvržica Nonactive nodule number			Ukupno kvržica Total nodule number		
	Godina Year		Prosjeak varijanata Average variant	Godina Year		Prosjeak varijanata Average variant	Godina Year		Prosjeak varijanata Average variant
	2000.	2001.		2000.	2001.		2000.	2001.	
Kontrola Control	86	123	105	11	25	18	97	148	123
Bakterizacija Inoculation	106	134	120	12	16	14	118	150	134
Prihrana dušikom NitrogenTop- Dressing	80	90	85	22	28	25	102	118	110
Bakterizacija +prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	64	104	84	19	33	26	83	137	110
Prosjeak godina Average year	84	113		16	25		100	138	
LSD 0,05			4,7			3,1			4,4
LSD 0,05 †			4,4			2,2			5,0
LSD 0,05 ‡			6,8			4,1			6,9
			Signifi- kantnost Significant			Signifi- kantnost Significant			Signifi- kantnost Significant
Godina /Year			**			**			**
Varijanta /Variant			**			**			**
Godina x varijanta Year x variant			**			**			**

† za usporedbu srednjih vrijednosti unutar godine

† values for comparing means within year

Stupanj signifikantnosti: **P<0,01; *P<0,05

Significance level: **P<0,01; *P<0,05

‡ za usporedbu srednjih vrijednosti između godina

‡ values for comparing means across year

I druge je godine utvrđen najveći broj aktivnih kvržica na korijenu graška bakterizirane varijante 2 (134) koji je bio signifikantno veći u odnosu na broj aktivnih kvržica na korijenu ostalih varijanata.

U prosjeku, najveći broj aktivnih kvržica na korijenu graška utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (120), koji je bio signifikantno veći u odnosu na broj kvržica ostalih varijanata. Kontrolna varijanta 1 (105) imala je u prosjeku signifikantno veći broj aktivnih kvržica na korijenu graška u odnosu na prihranjivane varijante 3 (85) i 4 (84).

Interakcija godina x varijanta bila je signifikantna. U 2000. g. najmanji broj aktivnih kvržica na korijenu graška utvrđen je kod bakterizirane i prihranjivane varijante 4 (64), dok je u 2001.g. najmanji broj aktivnih kvržica utvrđen kod prihranjivane varijante 3 (90). U 2001. godini utvrđen je značajno veći broj aktivnih kvržica za 34,5 % u odnosu na 2000. godinu.

Broj neaktivnih kvržica na korijenu graška

Broj neaktivnih kvržica na korijenu graška varirao je po varijantama, ali i godinama istraživanja (tablica 2). Najveći broj neaktivnih kvržica prve godine utvrđena je na korijenu graška KAN-om prihranjivane varijante 3 (22). Bakterizirana i KAN-om prihranjivana varijanta 4 (19) imala je značajno veći broj neaktivnih kvržica od kontrole (11) i bakterizirane varijante 2 (12), među kojima nije bilo značajnih razlika u ovom svojstvu.

Druge godine istraživanja utvrđen je najveći broj neaktivnih kvržica na bakteriziranoj i KAN-om prihranjivanoj varijanti 4 (33) kao i KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 (28) koje su imale signifikantno veći broj neaktivnih kvržica na korijenu graška u odnosu na ostale varijante. Bakterizirana varijanta 2 (16) imala je značajno najmanji broj neaktivnih kvržica od kontrole (25).

U prosjeku, najveći broj neaktivnih kvržica na korijenu graška utvrđen je na bakteriziranoj i KAN-om prihranjivanoj varijanti 4 (26) te KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 (25) koje su imale signifikantno veći broj kvržica u odnosu na broj kvržica kontrole (18) i bakterizirane varijante 2 (14), koje su se također značajno razlikovale. Interakcija godina x varijanta bila je značajna u broju neaktivnih kvržica na korijenu graška. Sve su varijante u drugoj godini istraživanja imale veći broj neaktivnih kvržica u odnosu na broj neaktivnih kvržica iste varijante u prvoj godini istraživanja. U 2001. godini uočeno je značajno povećanje broja neaktivnih kvržica za 56,3 % u odnosu na 2000. godinu.

Ukupni broj kvržica na korijenu graška

Najveći ukupni broj kvržica na korijenu graška prve godine istraživanja utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (118), a najmanji na bakteriziranoj i KAN-om prihranjivanoj varijanti 4 (83).

U drugoj godini najveći ukupni broj kvržica na korijenu graška također je utvrđen na bakteriziranoj varijanti 2 (150) i kontroli (148), a najmanji na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 (118).

U prosjeku, signifikantno najveći ukupni broj kvržica na korijenu graška imala je bakterizirana varijanta 2 (134), zatim kontrolna varijanta 1 (123), a između varijante 3 (110) i 4 (110) nije bilo značajnih razlika u broju ukupnih kvržica. Intreakcija godina x varijanta u ukupnom broju kvržica na korijenu graška bila je signifikantna. Sve su varijante u 2001. godini imale veći ukupni broj kvržica u odnosu na broj kvržica iste varijante u 2000. godini. Jedino je bakterizirana varijanta 2 imala stabilan ukupni broj kvržica u obje godine. Ostale varijante su znatno varirale ovisno o godinama istraživanja.

Prinosi zelene mase graška u smjesi ($t\ ha^{-1}$)

U prvoj godini istraživanja bakterizirana varijanta 2 ($6,0\ t\ ha^{-1}$) imala je signifikantno veći prinos zelene mase graška u odnosu na ostale varijante, osim prinosa varijante 4 ($5,1\ t\ ha^{-1}$). KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($4,1\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirana i KAN-om prihranjivana varijanta 4 ($5,1\ t\ ha^{-1}$) imale su signifikantno veći prinos zelene mase graška u odnosu na prinos zelene mase kontrolne varijante 1 ($3,1\ t\ ha^{-1}$).

U drugoj godini istraživanja također je bakterizirana varijanta 2 ($20,0\ t\ ha^{-1}$) imala signifikantno veći prinos zelene mase graška u odnosu na prinose ostalih varijanata istraživanja. Između KAN-om prihranjivane varijante 3 ($15,0\ t\ ha^{-1}$), kontrole 1 ($15,0\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane i KAN-om prihranjivane varijante 4 ($16,0\ t\ ha^{-1}$) nisu bile utvrđene signifikantne razlike u prinosima zelene mase graška.

U prosjeku je bakterizirana varijanta 2 ($13,0\ t\ ha^{-1}$) imala signifikantno veći prinos zelene mase graška u odnosu na ostale varijante istraživanja, među kojima nije bilo značajnih razlika u prinosima zelene mase graška.

Interakcija godina x varijanta bila je signifikantna, a to znači da je bilo značajnog variranja među varijantama u prinosu zelene mase graška u različitim godinama istraživanjima. Sve su varijante u 2001. godini imale

signifikantno veće prinose zelene mase graška u odnosu na prinose istih varijanti u 2000. godini koji su zbog suše u proljeće bili niski.

Prinosi zelene mase tritikale u smjesi ($t\ ha^{-1}$)

Prve su godine istraživanja KAN-om prihranjivane varijante 3 ($21,0\ t\ ha^{-1}$) i 4 ($22,0\ t\ ha^{-1}$) imale signifikantno viši prinos zelene mase tritikale od prinosa zelene mase tritikale kontrolne varijante 1 ($7,6\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($11\ t\ ha^{-1}$), među kojima su također bile značajne razlike u prinosima zelene mase tritikale.

KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($19,0\ t\ ha^{-1}$) u drugoj godini istraživanja imala je signifikantno veći prinos zelene mase tritikale u odnosu na prinose zelene mase kontrole 1 ($16,0\ t\ ha^{-1}$), bakterizirane varijante 2 ($16,0\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane i prihranjivane varijante 4 ($17\ t\ ha^{-1}$).

U prosjeku KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($20\ t\ ha^{-1}$) i varijanta 4 ($19,5\ t\ ha^{-1}$) imale su signifikantno veći prinos zelene mase tritikale u odnosu na prinose zelene mase kontrolne varijante 1 ($11,8\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($13,5\ t\ ha^{-1}$) koje su se također značajno razlikovale.

Zelena masa tritikale značajno se razlikovala po varijantama ovisno o godini istraživanja. U 2000. g. kontrola je imala najmanji prinos zelene mase tritikale, dok u 2001. g. između varijante 1, 2 i 4 nije bilo značajnih razlika u prinosima zelene mase tritikale.

Ukupni prinosi zelene mase smjese graška i tritikale ($t\ ha^{-1}$)

Ukupni prinosi zelene mase smjese varirali su po godinama i varijantama, a ovisili su o gnojdbi, odnosno bakterizaciji i oborinama (tablica 3).

U prvoj godini istraživanja značajno najveći prinos zelene mase smjese utvrđen je kod varijante 4 ($27,1\ t\ ha^{-1}$). Varijanta 3 ($25,1\ t\ ha^{-1}$) imala je značajno veći prinos zelene mase smjese od ostale dvije varijante. Kod bakterizirane varijante 2 ($17\ t\ ha^{-1}$) utvrđen je veći prinos zelene mase smjese od kontrole ($10,7\ t\ ha^{-1}$).

Druge su godine utvrđeni znatno veći ukupni prinosi zelene mase smjese sa svim varijantama u odnosu na prinose iz prve godine zbog povoljnije količine i rasporeda oborina tijekom proljeća. Bakterizirana varijanta 2 ($36,0\ t\ ha^{-1}$) imala je signifikantno veći ukupni prinos smjese od KAN-om prihranjivane varijante 3 ($34,0\ t\ ha^{-1}$), 4 ($33,0\ t\ ha^{-1}$) i kontrole 1 ($31,0\ t\ ha^{-1}$). Među varijantama 3 i 4 nije bilo značajnih razlika u prinosima zelene mase smjese, a obje su imale značajno veći prinos zelene mase smjese od kontrole.

Tablica 3: Prinosi zelene mase smjese ozimog graška i tritikale ($t\ ha^{-1}$)
 Table 3: Winter pea and triticale mixture green mass yield ($t\ ha^{-1}$)

Varijanta Variant	Prinos graška ($t\ ha^{-1}$) Pea yield ($t\ ha^{-1}$)			Prinos tritikale ($t\ ha^{-1}$) Triticale yield ($t\ ha^{-1}$)			Ukupni prinosi ($t\ ha^{-1}$) Total yield ($t\ ha^{-1}$)		
	Godina Year		Prosjeck varijanata Average variant	Godina Year		Prosjeck varijanata Average variant	Godina Year		Prosjeck varijanata Average variant
	2000.	2001.		2000.	2001.		2000.	2001.	
Kontrola Control	3,1	15	9,1	7,6	16	11,8	10,7	31	20,9
Bakterizacija Inoculation	6,0	20	13,0	11	16	13,5	17	36	26,5
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	4,1	15	9,6	21	19	20	25,1	34	29,6
Bakterizacija +prihrana Inoculation +Nitrogen Top -Dressing	5,1	16	10,6	22	17	19,5	27,1	33	30,1
Prosjeck godina Average year	4,6	16,5		15,4	17		20	33,5	
LSD 0,05			1,6 $t\ ha^{-1}$			1,6 $t\ ha^{-1}$			2,4 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 †			1,1 $t\ ha^{-1}$			1,3 $t\ ha^{-1}$			1,6 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 ‡			2,2 $t\ ha^{-1}$			2,4 $t\ ha^{-1}$			3,2 $t\ ha^{-1}$
			Signifi- kantnost Significant			Signifi- kantnost Significant			Signifi- kantnost Significant
Godina /Year			**			*			**
Varijanta / Variant			**			**			**
Godina x varijanta Year x variant			**			**			**

† za usporedbu srednjih vrijednosti unutar godine ‡ za usporedbu srednjih vrijednosti između godina

† values for comparing means within year

‡ values for comparing means across year

Stupanj signifikantnosti: **P<0,01; *P<0,05

Significance level: **P<0,01; *P<0,05

U prosjeku su se prinosi zelene mase smjese kretali od 20,9 $t\ ha^{-1}$ na kontrolnoj varijanti 1 do 30,1 $t\ ha^{-1}$ na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 koja je imala signifikantno veći ukupni prinos zelene mase smjese u odnosu na kontrolu i bakteriziranu varijantu 2 (26,5 $t\ ha^{-1}$).

Prinosi zelene mase smjese po varijantama znatno su ovisili o godinama istraživanja u prvoj godini istraživanja. Najveći prinos zelene mase smjese utvrđen je kod varijante 4, a najmanji kod varijante 1, a u drugoj godini istraživanja varijanta 2 je imala najveći prinos zelene mase smjese, a kontrola

najmanji prinos smjese. U 2000.g. su bile značajne razlike između svih varijanata, a u 2001.g. razlike nisu postojale između varijante 3 i 4.

Prinosi suhe tvari graška ($t\ ha^{-1}$)

Prve godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 ($1,02\ t\ ha^{-1}$) imala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška (tablica 4) u odnosu na ostale varijante istraživanja.

Druge godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 ($2,73\ t\ ha^{-1}$) također je imala signifikantno veći prinos suhe tvari graška u odnosu na ostale varijante istraživanja.

U prosjeku, bakterizirana varijanta 2 ($1,88\ t\ ha^{-1}$) dala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška u odnosu na KAN-om prihranjivanu varijantu 3 ($1,42\ t\ ha^{-1}$), varijantu 4 ($1,46\ t\ ha^{-1}$) i kontrolnu varijantu 1 ($1,42\ t\ ha^{-1}$), među kojima nije bilo značajnih razlika u prinosima suhe tvari graška.

Interakcija godina x varijanta bila je signifikantna. U 2000. g. kontrola ($0,44\ t\ ha^{-1}$), dok su u 2001. g. prihranjivana varijanta 3 ($2,18\ t\ ha^{-1}$) i varijanta 4 ($2,21\ t\ ha^{-1}$) imala opravdano najniži prinos suhe tvari graška.

Prinosi suhe tvari tritikale ($t\ ha^{-1}$)

KAN-om prihranjivane varijante 3 ($3,61\ t\ ha^{-1}$) i 4 ($3,78\ t\ ha^{-1}$) prve godine istraživanja dale su signifikantno veći prinos suhe tvari tritikale od prinosa suhe tvari ostalih varijanata istraživanja (tablica 4).

U drugoj godini KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($4,26\ t\ ha^{-1}$) imala je signifikantno veći prinos suhe tvari tritikale, zatim slijedi varijanta 4 ($3,52\ t\ ha^{-1}$), dok između kontrole i bakterizirane varijante nije bilo razlike u prinosima suhe tvari tritikale.

U prosjeku su KAN-om prihranjivane varijante 3 ($3,94\ t\ ha^{-1}$) i 4 ($3,65\ t\ ha^{-1}$) imale signifikantno veće prinose suhe tvari tritikale od kontrolne varijante 1 ($2,29\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($2,65\ t\ ha^{-1}$).

Interakcija godina x varijanta je bila značajno opravdana. Varijanta 4 i 3 u 2000. g. imale su isti prinos suhe tvari tritikale, dok je u 2001. g. među njima bilo značajnih razlika. Ista situacija je utvrđena i kod varijante 2 i 1 u 2000. g. kada su bile značajno različite, a u drugoj godini iste. U 2001. godini utvrđeni su veći prinosi suhe tvari tritikale za 26 % u odnosu na prinose u 2000. godini.

Ukupni prinosi suhe tvari smjese (t ha⁻¹)

KAN-om prihranjivane varijante 3 (4,27 t ha⁻¹) i 4 (4,49 t ha⁻¹) imale su signifikantno veće prinose suhe tvari smjese prve godine istraživanja u odnosu na kontrolu (1,97 t ha⁻¹) i bakteriziranu varijantu 2 (3,16 t ha⁻¹).

*Tablica 4: Prinosi suhe tvari smjese ozimog graška i tritikale (t ha⁻¹)**Table 4: Winter pea and triticale mixture dry matter yield (t ha⁻¹)*

Varijanta Variant	Prinos graška (t ha ⁻¹) Pea yield (t ha ⁻¹)			Prinos tritikale (t ha ⁻¹) Wheat yield (t ha ⁻¹)			Ukupni prinosi (t ha ⁻¹) Total yield (t ha ⁻¹)		
	Godina Year		Prosje- k varijanata Average variant	Godina Year		Prosje- k varijanata Average variant	Godina Year		Prosje- k varijanata Average variant
	2000.	2001.		2000.	2001.		2000.	2001.	
Kontrola Control	0,44	2,40	1,42	1,53	3,04	2,29	1,97	5,44	3,71
Bakterizacija Inoculation	1,02	2,73	1,88	2,14	3,15	2,65	3,16	5,88	4,52
Prihrana dušikom Nitrogen Top- Dressing	0,66	2,18	1,42	3,61	4,26	3,94	4,27	6,44	5,36
Bakterizacija +prihrana Inoculation +Nitrogen Top- Dressing	0,71	2,21	1,46	3,78	3,52	3,65	4,49	5,73	5,11
Prosje- k godina Average year	0,71	2,38		2,77	3,49		3,47	5,88	
LSD 0,05			0,24 t ha ⁻¹			0,33 t ha ⁻¹			0,43 t ha ⁻¹
LSD 0,05 †			0,15 t ha ⁻¹			0,34 t ha ⁻¹			0,33 t ha ⁻¹
LSD 0,05 ‡			0,32 t ha ⁻¹			0,49 t ha ⁻¹			0,59 t ha ⁻¹
			Signifi- kantnost Significant			Signifi- kantnost Significant			Signifi- kantnost Significant
Godina /Year			**			**			**
Varijanta / Variant			**			**			**
Godina x varijanta Year x variant			*			**			**

† za usporedbu srednje vrijednosti unutar godine ‡ za usporedbu srednje vrijednosti između godina

† values for comparing means within year

‡ values for comparing means across year

Stupanj signifikantnosti: **P<0,01; *P<0,05

Significance level: **P<0,01; *P<0,05

Druge godine istraživanja KAN-om prihranjivana varijanta 3 (6,44 t ha⁻¹) imala je signifikantno veći ukupni prinos suhe tvari smjese od kontrolne varijante 1 (5,44 t ha⁻¹), bakterizirane varijante 2 (5,88 t ha⁻¹) i varijante 4 (5,73 t ha⁻¹).

U prosjeku su postignuti signifikantno veći ukupni prinosi suhe tvari smjese ozimog graška i tritikale varijantama 3 (5,36 t ha⁻¹) i 4 (5,11 t ha⁻¹) u odnosu na kontrolu 1 (3,71 t ha⁻¹) i bakteriziranu varijantu 2 (4,52 t ha⁻¹). Interakcija godina x varijanta bila je značajno opravdana. U 2001. godini utvrđeni su veći ukupni prinosi suhe tvari smjesa za 69,5 % u odnosu na prinose u 2000. godini, koji su te godine zbog suše u proljeće bili niski.

Prinosi sirovih bjelančevina (kg ha⁻¹)

Bakterizirana varijanta graška 2 (642 kg ha⁻¹) imala je signifikantno najveći prinos sirovih bjelančevina graška u odnosu na prinose kontrolne varijante 2 (523 kg ha⁻¹) i KAN-om prihranjivane varijante 3 (500 kg ha⁻¹) i 4 (505 kg ha⁻¹), među kojima nisu bile utvrđene signifikantne razlike u prinosima sirovih bjelančevina graška.

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (498 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina tritikale od prinosa ostalih istraživanih varijanti. Između prinosa sirovih bjelančevina kontrolne varijante 1 (322 kg ha⁻¹), KAN-om prihranjivane varijante 4 (390 kg ha⁻¹) i bakterizirane varijante 2 (343 kg ha⁻¹) nisu bile utvrđene signifikantne razlike u prinosima sirovih bjelančevina tritikale.

Tablica 5: Prinosi sirovih bjelančevina ozime smjese u kg ha⁻¹ (2001. g.)

Table 5: Crude protein winter mixture yield, kg ha⁻¹ (2001)

Varijanta Variant	Prinosi sirovih bjelančevina kg ha ⁻¹ Crude protein yield kg ha ⁻¹		
	Grašak Pea	Tritikale Triticale	Ukupno Total
Kontrola Control	523	322	845
Bakterizacija Inoculation	642	343	985
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	500	498	998
Bakterizacija + prihrana dušikom / Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	505	390	895
LSD 0,05	109 kg ha ⁻¹	71 kg ha ⁻¹	134 kg ha ⁻¹

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (998 kg ha^{-1}) i bakterizirana varijanta 2 (985 kg ha^{-1}) postigle su signifikantno veće ukupne prinose sirovih bjelančevina smjese u odnosu na prinos kontrole (845 kg ha^{-1}). Između prinosa sirovih bjelančevina kontrolne varijante 1 (845 kg ha^{-1}) i KAN-om prihranjivane varijante 4 (895 kg ha^{-1}) nisu bile utvrđene signifikantne razlike u ukupnim prinosima sirovih bjelančevina smjese.

Rasprava

Da bi se postigli visoki prinosi, visoke kakvoće, krmnim kulturama treba osigurati velike količine dušika. Budući da biljke iz porodice mahunarki žive u simbiozi s kvržičnim bakterijama, odnosno fiksatorima atmosferskog dušika kojega nad svakim hektarom površine ima oko $6\,400 \text{ kg}$ (FAO, 1984.), one tom fiksacijom namiruju svoje potrebe za dušikom, koristeći pri tom sunčevu energiju. Toj simbioznoj fiksaciji dušika danas se posvećuje velika pažnja u svijetu, ali i kod nas, stoga se izvode brojna istraživanja kako bi odabrali najdjelotvornije simbiotske zajednice kultivara mahunarki i sojeva bakterija. U tu su svrhu provedna istraživanja na lokaciji Virovitica (Grabovac) sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za Mikrobiologiju, kojim je bakterizirano sjeme ozimog graška cv. Maksimirski ozimi radi utvrđivanja djelotvornosti simbioznog odnosa navedenog soja i kultivara ozimog graška. Tijekom vegetacije utvrđivan je ukupan broj i aktivnost kvržica na korijenu, kao i prinosi i kakvoća proizvedene mase graška u smjesi s tritikale.

Najveći ukupni broj kvržica na korijenu graška u smjesi s tritikale utvrđen na bakteriziranoj varijanti 2 (118 u prvoj godini istraživanja i 150 u drugoj godini) u suglasju je s rezultatima Štafe i sur. (1999.) koji su utvrdili da bakterizacija povećava ukupan broj kvržica na korijenu graška od 99 na KAN-om prihranjivanoj varijanti do 129 na bakteriziranoj varijanti. Jarak (1989.) je na korijenu 1 biljke graška utvrdila od 16 do 44 kvržice. Peenstra (1980.), Nutman (1976.) i Lie (1981.) utvrdili su da je broj kvržica po biljci graška od 13 do 85 i da sposobnost nodulacije ovisi o soju *Rhizobium leguminosarum*.

Bakterizirana varijanta 2 (120) imala je u prosjeku najveći broj aktivnih kvržica u odnosu na ostale varijante istraživanja, što je u suglasju s trogodišnjim istraživanjima Štafa i sur. (1999.) koji su također utvrdili najveći broj aktivnih kvržica na bakteriziranoj varijanti 2 (99).

U prosjeku, najveći prinosi zelene mase graška utvrđeni su na bakteriziranoj varijanti 2 ($13,0 \text{ t ha}^{-1}$) što je u suglasju s istraživanjima Štafe i sur. (1999.) koji su utvrdili znatno veće prinose zelene mase graška u prosjeku na bakteriziranoj varijanti 2 ($33,2 \text{ t ha}^{-1}$) i kontroli ($31,9 \text{ t ha}^{-1}$) u odnosu na prinose KAN-om prihranjivanih varijanti 3 ($28,7 \text{ t ha}^{-1}$) i 4 ($25,7 \text{ t ha}^{-1}$).

U prosjeku ukupni prinosi zelene mase smjese iznosili su od ($20,9 \text{ t ha}^{-1}$) na kontroli do ($30,1 \text{ t ha}^{-1}$) na KAN-om prihranjivanoj varijanti 4 što je u suglasju s trogodišnjim istraživanjima Štafe i sur. (2002.). Oni su postigli na četiri obiteljska gospodarstva u početku cvatnje graška u prosjeku nešto više ukupne prinose zelene mase smjese ($38,2 \text{ t ha}^{-1}$), a u punoj cvatnji graška znatno više ukupne prinose smjese ($56,9 \text{ t ha}^{-1}$).

Najveći prinosi suhe tvari graška u prosjeku su utvrđeni na bakteriziranoj varijanti 2 ($1,88 \text{ t ha}^{-1}$), Štafa i sur. (1999.) utvrdili su znatno veće prinose suhe tvari graška u prosjeku na bakteriziranoj varijanti 2 ($8,05 \text{ t ha}^{-1}$) zbog skidanja graška u punoj cvatnji graška.

U prosjeku su utvrđeni ukupni prinosi suhe tvari smjesa od ($3,71 \text{ t ha}^{-1}$) na kontroli do ($5,36 \text{ t ha}^{-1}$) na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 što je u suglasju s trogodišnjim istraživanjima Štafe i sur. (2002.) koji su postigli u prosjeku na četiri obiteljska gospodarstva u početku cvatnje graška više ukupne prinose suhe tvari smjese ($7,41 \text{ t ha}^{-1}$), a u punoj cvatnji graška prinose suhe tvari smjese od $13,4 \text{ t ha}^{-1}$.

Smjesa graška i tritikale u KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 (998 kg ha^{-1}) dala je 13 kg ha^{-1} sirovih bjelančevina više u odnosu na prinos sirovih bjelančevina smjese bakterizirane varijante, a u odnosu na prinos bakterizirane i KAN-om prihranjivane varijante 103 kg ha^{-1} , odnosno na prinos kontrole za 153 kg ha^{-1} više sirovih bjelančevina.

Zaključci

Temeljem dvogodišnjih istraživanja djelotvornosti *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* na ozimom grašku cv. Maksimirski ozimi u smjesi s tritikale cv. Clercal provedenih na lokaciji Virovitica (Grabovac) može se zaključiti:

- Utvrđen je signifikantno veći prosječni broj aktivnih kvržica na korijenu graška bakterizirane varijante u odnosu na ostale varijante istraživanja u obje godine istraživanja.

- Prihrana KAN-om signifikantno je smanjila broj aktivnih kvržica na korijenu graška kao i ukupan broj kvržica.
- Bakterizacijom sjemena graška povećan je ukupan broj kvržica na korijenu graška u odnosu na ostale varijante istraživanja.
- Bakterizirana varijanta 2 (13,0 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veći prinos zelene mase graška, odnosno suhe tvari (1,88 t ha⁻¹) u odnosu na ostale varijante u istraživanju.
- KAN-om prihranjivane varijante 3 (20,0 t ha⁻¹) i 4 (19,5 t ha⁻¹) imale su u prosjeku signifikantno veće prinose zelene mase odnosno suhe tvari (3,94 i 3,65 t ha⁻¹) tritikale u odnosu na ostale varijante u istraživanju.
- Bakterizirana varijanta 2 (642 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veće prinose sirovih bjelančevina graška, u odnosu na ostale istraživane varijante.
- KAN-om prihranjivana varijanta 3 (498 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veće prinose sirovih bjelančevina tritikale u odnosu na ostale varijante.
- Najveći prinos sirovih bjelančevina smjese graška i tritikale utvrđen je KAN-om prihranjivanom varijantom 3 (998 kg ha⁻¹).
- Bakteriziranom varijantom 2 postignuto je 13 kg ha⁻¹ manje, bakteriziranom i KAN-om prihranjivanom varijantom 4 za 103 kg ha⁻¹, a kontrolnom varijantom 153 kg ha⁻¹ manje sirovih bjelančevina od KAN-om prihranjivane varijante 3.

*EFFECT OF INOCULATION AND NITROGEN
TOP-DRESSING ON YIELDS AND FODDER VALUE OF
WINTER PEA CV. MAKSIMIRSKI OZIMI IN TRITICALE CV.
CLERCAL MIXTURE*

Summary

*Two year field trials (1999-2001) were aimed to determine the inoculation seed winter pea and nitrogen top-dressing effect on number and active nodules of pea root and also on the green mass and dry matter yield of winter pea cv. Maksimirski ozimi and triticales cv. Clercal mixture. Immediately before sowing the inoculation of pea seeds was done by the indigenous variety of **Rhizobium leguminosarum** bv. **viciae** which belongs to the collection of Department of Microbiology at the Faculty of Agriculture University of Zagreb. The highest total nodule number on pea root (134) was determined on*

the inoculated variant as well as active nodule (120). Average mixture green mass yields were ranging from 20.9 t ha⁻¹ (control) up to 30.1 t ha⁻¹ (inoculation + nitrogen top-dressing). Total dry matter yields were ranging from 3.71 t ha⁻¹ (control) up to 5.36 t ha⁻¹ (nitrogen top-dressing). Pea crude protein yields in 2001 were ranging from 500 kg ha⁻¹ (nitrogen top-dressing) up to 642 kg ha⁻¹ (inoculation) and for triticale, those values were from 322 kg ha⁻¹ (control) up to 498 kg ha⁻¹ (nitrogen top-dressing). Total mixture crude proteins yields were from 845 kg ha⁻¹ (control) up to 998 kg ha⁻¹ (nitrogen top-dressing).

Key words: inoculation of pea seeds, nitrogen top-dressing, green mass yield, dry matter yield, fodder value

Literatura

- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists (1984): Official Methods of Analysis 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- BONNIER, C., BRAKEL, J. (1969): Lutte biologique contre la paim Edition J. Duculot, S.A., Gemblax.
- BUTORAC, A. (1999.): Opća Agronomija, 369-372, Zagreb.
- ČIŽEK, J. (1970.): Proizvodnja i korištenje krmnog bilja, 55-56, Zagreb.
- DANJEK, I. (1994.): Utjecaj gnojidbe dušikom na prinose zrna stočnog graška (*Pisum sativum* var. *arvense*), *Poljoprivredna znanstvena smotra* br. 2-3, Zagreb.
- DLG Futterwerttabellen-Wiederkäuer (1997): Frankfurt.
- EVANS, H., J., BARBER, L., E. (1997): Biological nitrogen fixation for food and fiber production. *Science* 197. 332-339.
- FETTELL, N., A., OCONNOR, G., E., CARPENTER, D., J., EVANS, J., BAMFORTH, I., OTIBOATENG, C., HEBB, D., M., BROCKWELL, J. (1997): Nodulation studies on legumes exotic to Australia-the influence of soil populations and inocula of *Rhizobium leguminosarum* bv *Viciae* on nodulation and nitrogen fixation in fields peas. *Applied Soil Ecology*. 5(3): 197-210.
- GULDEN, R., H., VESSEY, J., K. (1997): The stimulating effect of ammonium on nodulation in *Pisum sativum* L. is not long lived once ammonium supply is discontinued. *Plant & Soil*. 195 (1): 195-205.
- JARAK, M. (1989.): Istraživanja važnijih svojstava nekih sojeva *Rhizobium leguminosarum*. *Poljoprivredna znanstvena smotra* br. 1-2, Zagreb.

HARDY, R., W., F., HAVELKA, U., D. (1975): Nitrogen fixation research: a key to world food? *Science* 188, 633-643.

LIE, T., A. (1981): Gene centres, a source for genetic variants in symbiotic nitrogen fixation: host induced ineffectivity in *Pisum sativum* ecotype *fulvum*. *Plant and Soil*, V. 61, 125-134.

NUTMAN, P., S., ROSA, G., J. (1969): *Rhizobium* in the Soils of the Rothamsted and Woburn Farms. Rothamsted report, part 2, 148-167.

PEENSTRA, W., J., JACOBSON, E. (1980): A new pea mutant efficiently nodulating in the presence of nitrate. *Theor. Appl. Genet.* V. 58, 39-42.

RUSSEL, J., E. (1950): Soil conditions and Plant growth. Hongmais Green and Co., London, New York, Toronto.

STRUNJAK, R., REDŽEPOVIĆ, S. (1986.): Bakterizacija leguminoza-agrotehnička mjera u službi štednje energije, *Poljoprivredna znanstvena smotra br. 72*, str.109-115.

ŠTAFA, Z. (1988.): Krmni međuusjevi u proizvodnji mesa i mlijeka, *Agronomski glasnik br. 1*;75-86, Zagreb.

ŠTAFA, Z., DOGAN, Z. (1983.): Osobine kvaliteta i produktivnosti ozimih lepirnjača u smjesi s ozimim žitaricama, IV.Jugoslavenski simpozium o krmnom bilju, *Zbornik naučnih radova* 430-443, Novi Sad.

ŠTAFA, Z., DANJEK, I., CRNOBRNJA, L., DOGAN, Z. (1993.): Proizvodnja krme za 15 000 L mlijeka s 1 hektara, *Poljoprivredne aktualnosti br. 29*, str. 483-492.

ŠTAFA, Z., KNEŽEVIĆ, M., STIPIĆ, N. (1994.): Proizvodnja krme na oranicama i travnjacima kao tehnološka osnovica za proizvodnju mlijeka i mesa u govedarskoj proizvodnji. *Poljoprivreda i proizvodnja hrane u novom europskom okruženju*. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 16 i 17. 12. *Zbornik radova* 161-170.

ŠTAFA, Z., DANJEK, I. (1997.): Proizvodnja kvalitetne krme u slijedu kao tehnološka osnovica za visoku proizvodnju mlijeka po hektaru, Zagreb, *Mljekarstvo*, 47(1), 3-16.

ŠTAFA, Z., GRGIĆ, Z., MAČEŠIĆ, D., DANJEK, I., UHER, D. (1998.): Proizvodnja krme u slijedu na obiteljskom gospodarstvu, Zagreb, *Mljekarstvo*, 48 (4), 211-226.

Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen fixation, FAO, 1989.

ŠTAFA, Z., REDŽEPOVIĆ, S., GRBEŠA, D., UHER, D., MAČEŠIĆ, D., LETO, J. (1999.): Utjecaj bakterizacije i prihrane KAN-om na osobine, prinos i krmnu vrijednost ozimog graška u smjesi s pšenicom, Zagreb, *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 64 (3), 211-222.

UHER, D. (1998.): Utjecaj inokulacije i mineralne gnojidbe dušikom na prinos ozime smjesa graška i pšenice. *Diplomski rad*, Zagreb.

UHER, D. (2004.): Utjecaj bakterizacije i prihrane KAN-om na prinos i kakvoću ozimih smjesa graška i žitarica (pšenica, tritikale). *Magistarski rad*, Zagreb.

Adrese autora-Author's addresses:

Mr. sc. Darko Uher¹

Prof. dr. sc. Zvonimir Štafa¹

Prof. dr. sc. Sulejman Redžepović²

Mr. sc. Mihaela Blažinkov²

Prof. dr. sc. Sanja Sikora²

Mr. sc. Dražen Kaučić³

¹Zavod za specijalnu proizvodnju bilja

²Zavod za mikrobiologiju

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,

Svetošimunska cesta 25, Zagreb

³Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, Zagreb

Prispjelo-Received: 05. 01. 2006.

Prihvaćeno-Accepted: 26. 05. 2006.